

Evaluasi Penggunaan Kaporit untuk Penghilangan Warna Air Sumur Dalam, Muhammad Lindu, Agustin Sumartono, Siti Jayarti Ariani
JTL Vol. 5 No. 3 Juni. 2010, 87-96

EVALUASI PENGGUNAAN KAPORIT UNTUK PENGJILANGAN WARNA AIR SUMUR DALAM

Muhammad Lindu, Agustin Sumartono, Siti Jayarti Ariani

Jurusan Teknik Lingkungan, FALTL, Universitas Trisakti, Jl Kyai Tapa No.1, Grogol Jakarta 11440, Indonesia

mlindu@trisakti.ac.id

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah “Evaluasi penggunaan kaporit untuk penghilangan warna air sumur dalam” Adanya senyawa humus dalam air dapat menyebabkan berbagai masalah, yaitu, menghasilkan warna air kuning sampai coklat, dapat bertindak sebagai prekursor trihalometan dan senyawa organik klorin yang bersifat toksik yang dihasilkan selama proses klorinasi, senyawa humus dapat berpotensi untuk tempat pertumbuhan bakteri, dapat membentuk kompleks dengan logam berat yang ada di air. Oleh karena adanya potensi yang besar sebagai sumber air baku untuk air bersih, maka perlu dilakukan pengolahan. Pada penelitian ini digunakan sampel air dari tiga sumber yang berbeda-beda. Dengan menggunakan kaporit dan klorin dioksida sampel air diuji dilaboratorium untuk diketahui sisa klor yang terdapat pada sampel air, namun sisa klor yang terdapat pada sampel air belum memenuhi standar baku mutu yaitu 0,2 mg/l Cl₂. nilai kandungan organik yang terdapat pada masing-masing sampel air juga berbeda-beda. Hasil yang didapat antara penambahan kaporit dan klorin dioksida, bahwa penggunaan kaporit pada hasil analisis kandungan nilai organik masih lebih baik dalam penggunaan kaporit. Pada sampel Puri Indah nilai organik yang turun mencapai 88,55%, Taman Palem Mutiara 60,24%, Taman Palem Lestari 14,39%. Pada pengukuran warna dengan menggunakan kaporit dan klorin dioksida, tingkat penurunan warna lebih jelas terlihat pada sampel air yang menggunakan kaporit. Sampel air Puri Indah tingkat penurunan warnanya mencapai 81,84%, Taman Palem Mutiara 81,54%, Taman Palem Lestari 81,97%. Pada pengukuran sampel dengan menggunakan Gas Kromatografi (GC), penggunaan klorin dioksida lebih baik dibandingkan kaporit, hal ini dapat dilihat dari spektrum kromatogram yang muncul. Semakin banyak puncak yang muncul, maka diduga semakin banyak juga senyawa organik klorin yang terdapat pada sampel tersebut.

Abstract

The Evaluataion of Chlorine Use in The Elimination of Water Colors Within Deep Well. The existence of humic compound in the water lead to various problems, for example water color from yellow to brown, as prekursor trihalometan and toxic organic chlorine produced during the chlorination process. Humic compound could be the potential media for the growth of bacteria, and form complex with heavy metals in the water. Tree water samples from different resources were used for this investigation. By using chlorin and chlorine dioxide water samples were laboratory tasted to known residual chlorine contain in the samples. The organic content of each water sample were also different. The result shows that for the analysis of organic content chlorine is better than chlorine dioxide. In the water samples of Puri Indah organic value reaches down 88.55%, Taman Palem Mutiara 60.24%, Taman Palem Lestari 14.39%. Decrease level of water color seams more clearly by analysis using chlorine than chlorine dioxide. Puri Indah water samples reached color reduction rate reached 81.84%, Taman Palem Mutiara 81.54%, Taman Palem Lestari 81.97%. In the sample measurement using Chromatography Gas (GC), the use of chlorine dioxide is better than chlorine, it can be seen from the chromatogram spectrum. The more peaks appear, the more organic compound contained in the sample.

Keywords: humic acid, chlorination, water treatment, organochlorine

1. Pendahuluan

Air tanah pada umumnya tergolong bersih dilihat dari segi mikrobiologis, namun kadar kimia air tanah tergantung dari formasi litosfir yang dilaluinya atau mungkin adanya pencemaran dari lingkungan sekitar. Dalam aliran air tanah, mineral-mineral dapat larut dan terbawa sehingga mengubah kualitas air tersebut. Air tanah sering mengandung unsur-unsur yang cukup tinggi menyebabkan air berwarna kuning kecoklatan dan bercak-bercak pada pakaian serta dapat mengganggu kesehatan, yaitu bersifat toksis terhadap organ melalui gangguan secara fisiologisnya, misalnya kerusakan hati, ginjal dan syaraf.

Beberapa literatur sebelumnya menginformasikan pemakaian kaporit dalam batas tertentu bisa membantu menyehatkan air, namun pada pemakaian berlebih akan terbentuk senyawa organoklorin pemicu munculnya sel kanker.

Tujuan penelitian ini untuk penghilangan warna pada air sumur dalam (*Deep Well*) namun tidak menimbulkan dampak beracun pada air, dan menentukan dosis kaporit yang aman digunakan untuk menghilangkan warna air.

2. Metode Penelitian

Sebelum dilakukan analisis, sebanyak 300 ml sampel air sumur dalam dari masing-masing sumber yaitu Puri Indah, Taman Palem Mutiara, dan Taman Palem Lestari, dikocok tanpa dan dengan menggunakan penambahan kaporit dan klor tablet selama kurang lebih 2 jam. Dengan kecepatan 5 rpm dari masing-masing sampel air dijadikan duplo, setelah selesai dikocok kemudian dilakukan analisis.

Analisis Sisa Klor

Air sampel yang telah dikocok dengan penambahan kaporit dan klor tablet diambil sebanyak 50 ml lalu dimasukkan kedalam erlenmeyer, kemudian tambahkan larutan KI 10% sebanyak 7,5 ml dan HCl 4N 10 ml (warna akan menjadi kuning pekat), kemudian titrasi dengan larutan Natrium Thiosulfat 0,0088N sampai warna berubah menjadi kuning muda [1]. Tambahkan tetes demi tetes indikator kanji maka warna akan berubah menjadi biru, segera titrasi dengan Natrium Thiosulfat sampai warna biru hilang. Catat volume pemakaian Natrium Thiosulfat.

Analisis Kandungan Organik

Air sampel yang telah dikocok dengan penambahan kaporit dan klor tablet pada variasi 3,3 ppm, 6,6 ppm, 20 ppm, dan 40 ppm diambil sebanyak 100 ml kemudian dimasukkan kedalam erlenmeyer asah berukuran 250 ml dan dijadikan kwatro. Letakkan erlenmeyer asah pada kompor listrik kemudian

sambungkan pada *cooler* (pendingin), kemudian tambahkan 2,5 ml H_2SO_4 4N kedalam sampel lalu panaskan sampai hampir mendidih. Setelah hampir mendidih tambahkan 5 ml KMnO_4 0,01N dan dididihkan selama kurang lebih 10 menit (bila selama mendidih warna hilang maka tambahkan lagi KMnO_4 sebanyak 5 ml sampai warna tetap). Setelah dididihkan angkat dan tambahkan 5 ml asam oksalat 0,01N (saat penambahan asam oksalat warna dari KMnO_4 akan hilang) setelah warna hilang segera titrasi dengan menggunakan KMnO_4 0,01N sampai warna merah muda tetap. Catat volume pemakaian KMnO_4 .

Pemeriksaan warna dengan Spektrofotometer

Sampel tanpa atau ditambahkan kaporit dan klorin dioksida yang telah dikocok diambil sebanyak 50 ml. Sebelum diukur, sampel disaring terlebih dahulu menggunakan kertas saring millipore. Kemudian nyalakan alat spektrofotometer dan atur pada panjang gelombang 355 nm. Blanko yang digunakan adalah akuades, setelah akuades kemudian dilanjutkan dengan deret standar warna dengan satuan Pt-Co larutan warna yang digunakan adalah K2PtCl6. Sedangkan larutan standar yang digunakan adalah 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 60, 70 unit Pt-Co, setelah pengukuran larutan standar, dilanjutkan dengan pengukuran sampel tanpa penambahan kaporit dan klorin dioksida, setelah itu dilanjutkan pengukuran warna pada sampel dengan penambahan kaporit dan klor tablet. Catat nilai absorbansi.

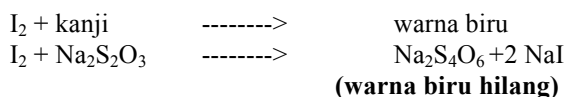
Eksraksi Menggunakan Larutan Toluena

Air sampel yang telah dikocok tanpa dan dengan penambahan kaporit dan klor tablet diambil sebanyak 50 ml. Masukkan air sampel kedalam corong pemisah kemudian tambahkan 5 ml toluena, kocok selama kurang lebih 10-20 menit kemudian diamkan sampai air sampel dan toluena terpisah, pisahkan antara air dan toluena, saring toluena menggunakan kertas saring yang dibubuhi Natrium Sulfat Anhidrat, kemudian masukkan kedalam botol kecil. Sampel yang telah diekstrak siap untuk disuntikkan ke dalam GC. Volume yang disuntikkan kedalam GC sebanyak 5 μl Catat waktu retensi dan luas area.

3. Hasil dan Pembahasan

Pada analisis Sisa klor, metode yang digunakan adalah metode iodometri. Sisa klor yang ada dalam sampel air akan mengoksidasi ion iodida membentuk iodium (I_2). I_2 yang terbentuk berikatan dengan kanji menghasilkan warna biru. Oleh karena itu larutan kanji digunakan sebagai indikator. I_2 ini kemudian dititrasi dengan larutan natrium thiosulfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$), yang kemudian akan teroksidasi menjadi $\text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$. Mekanisme reaksi sebagai berikut:





Sampel Taman Palem Lestari setelah ditambah kaporit dan klorin dioksida dengan waktu reaksi 2 jam pada berbagai variasi konsentrasi diukur sisa klornya. Hasil pengukuran sisa klor dapat dilihat pada Tabel berikut

Tabel 1. Sisa klor pada sampel air sumur

Jenis	3,3	6,6	20	40
Oksidator	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)
Kaporit	0,31	1,25	1,27	4,27
Klor tablet	0,22	1,25	0,71	4,72

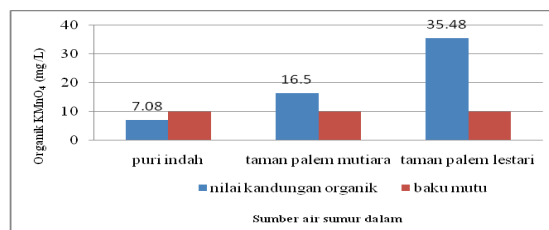
KepMenKes RI No. 907/MENKES/SK/VII/2002 standar baku mutu untuk klorin bebas pada air adalah sebesar 0,2 mg/L Cl_2 .

Tabel 1 menunjukkan pada sampel Taman Palem Lestari baik penambahan dengan kaporit maupun klorin dioksida pada semua konsentrasi yang diuji yaitu, 3,3 ppm sampai dengan 40 ppm, sisa klor dalam sampel masih melebihi standar baku mutu. Menurut KepMenKes RI No. 907/MENKES/SK/VII/2002 standar baku mutu untuk klorin bebas pada air adalah sebesar 0,2 mg/L Cl_2 . Pada penambahan kaporit dengan konsentrasi 3,3 ppm, 6,6 ppm, 20 ppm, dan 40 ppm didapat hasil pengukuran sisa klor masing-masing sebesar 0,31 ppm, 1,25 ppm, 1,27 ppm, 4,27 ppm. Semakin tinggi konsentrasi penambahan kaporit maka semakin tinggi sisa klor yang didapat [2]. Pada penambahan kaporit konsentrasi 3,3 ppm, nilai sisa klor yang didapat tidak memenuhi standar baku mutu untuk klorin bebas yaitu sebesar 0,2 mg/L Cl_2 . Pada penggunaan Klorin dioksida, nilai yang didapat lebih rendah daripada saat menggunakan Kaporit, akan tetapi nilai yang didapat juga belum memenuhi standar baku mutu.

Analisis Kandungan Organik

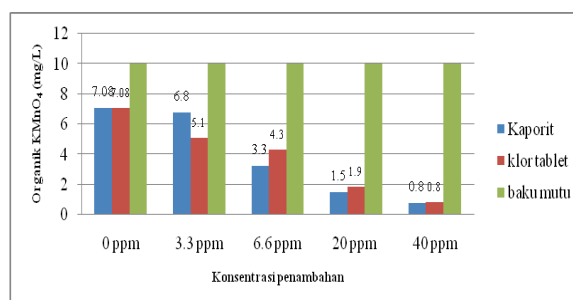
Penentuan bilangan permanganat bertujuan untuk menentukan nilai organik dalam sumber air, seperti air sungai, air sumur, atau air permukaan yang digunakan sebagai sumber air bersih. Bilangan permanganat menunjukkan banyaknya zat organik yang mampu teroksidasi oleh kalium permanganat dalam suasana asam dan pemanasan.

Hasil analisis dari pengukuran bilangan organik permanganat (KMnO_4) sampel air Puri Indah, Taman Palem Mutiara, dan Taman Palem Lestari sebelum penambahan kaporit dan klorin dioksida disajikan pada Gambar 1, menunjukkan kandungan zat organik dari sampel air sumur dalam Puri Indah, Taman Palem Mutiara dan Taman Palem Lestari yang dianalisis tanpa penambahan kaporit dan klorin dioksida.



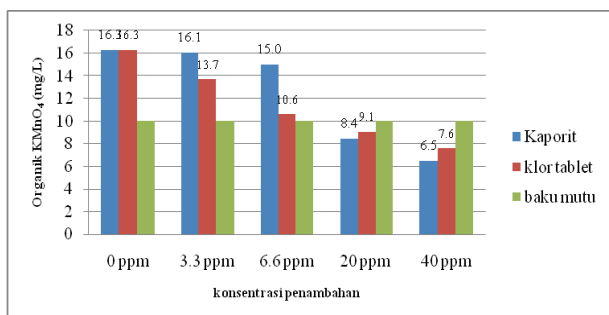
Gambar 1 Nilai organik KMnO_4 pada sampel air sebelum penambahan kaporit dan klorin dioksida

Dari hasil analisis tersebut, sampel dari Puri Indah mengandung senyawa organik sebesar 7,08 mg/l KMnO_4 dimana nilai tersebut sudah memenuhi standar baku mutu air minum dan air bersih yang mengacu pada PerMenKes RI No. 416/MENKES/PER/IX/1990. Pada sampel air sumur Taman Palem Mutiara dan Taman Palem Lestari, kandungan organiknya tidak memenuhi standar baku mutu air minum dan air bersih sehingga bila akan digunakan untuk air minum dan air bersih, harus dilakukan pengolahan air terlebih dahulu terutama pada sampel air sumur dari Taman Palem Lestari yang kandungan organiknya cukup tinggi yaitu 35,48 mg/l KMnO_4 .



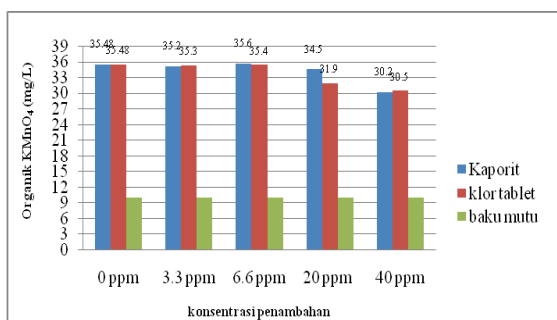
Gambar 2 Kandungan zat organik sampel air Puri Indah sebelum dan setelah penambahan kaporit dan klor tablet

Pada Gambar 2 dapat dilihat penambahan kaporit atau klorin dioksida pada sampel Puri Indah menyebabkan nilai kandungan organik menurun. Untuk konsentrasi 3,3 ppm sampai 20 ppm, penurunan nilai organik dalam sampel lebih tajam pada penambahan kaporit bila dibandingkan dengan klorin dioksida. Pada penambahan kaporit pada konsentrasi 0 ppm-40 ppm kandungan organik turun mencapai 88,55%, sedangkan pada sampel air dengan penambahan klorin dioksida kandungan organik turun mencapai 88,27%. Pada penambahan kaporit ataupun klorin dioksida dengan konsentrasi yang lebih tinggi yaitu 40 ppm, nilai kandungan organiknya sama yaitu sebesar 0,8 mg/L KMnO_4 . Nilai organik KMnO_4 pada awalnya memang sudah memenuhi standar baku mutu yaitu 10 mg/l/ KMnO_4 (PerMenKes RI No. 416 / MENKES / PER / IX / 1990).



Gambar 3 Kandungan zat organik sampel air Taman Palem Mutiara sebelum dan setelah penambahan kaporit dan klor tablet.

Pada Gambar 3 sampel Taman Palem Mutiara nilai organik pada sampel yang ditambahkan kaporit awalnya sebesar 16,3 mg/L KMnO_4 . Pada sampel dengan penambahan kaporit dengan konsentrasi 3,3 ppm sampai 6,6 ppm nilai organik yang turun hanya 8,03%, bila dibandingkan dengan klorin dioksida yang masih lebih besar tingkat penurunan organiknya yaitu sebesar 34,84%. Tetapi untuk konsentrasi yang lebih tinggi yaitu pada konsentrasi 20 ppm sampai 40 ppm, nilai organik pada penambahan kaporit terlihat lebih tajam mencapai 60,24% dibandingkan dengan klorin dioksida yang hanya 53,37%.

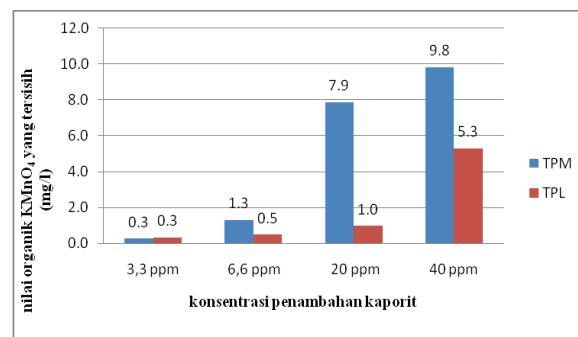


Gambar 4 Kandungan zat organik sampel air Taman Palem Lestari sebelum dan setelah penambahan kaporit dan klor tablet.

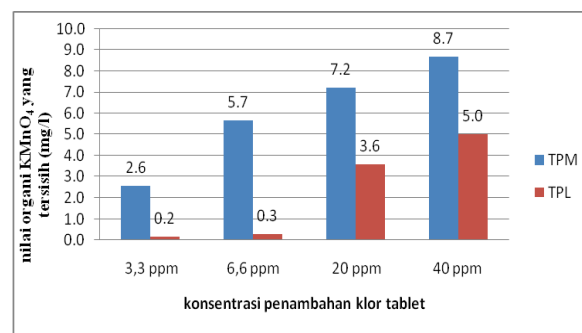
Pada sampel Taman Palem Lestari, baik yang yang ditambahkan kaporit maupun klorin dioksida, pada konsentrasi antara 3,3 ppm, sampai 40 ppm penurunan kandungan organik sebesar 14,93%, sedangkan pada penambahan klorin dioksida sebesar 14,17%. Di dalam sampel air Taman Palem Lestari, mengandung senyawa yang membutuhkan klorin (*Chlorine demand*). Dalam hal ini pemakaian kaporit atau klorin dioksida pada penyisihan organik tidak bersifat stoikiometri (tidak berbanding lurus), artinya penambahan kaporit tidak selalu menurunkan organik. Untuk penentuan dosis yang tepat dalam penurunan organik secara ekivalen, perlu dilakukan uji laboratorium dengan sampel yang berbeda-beda.

Untuk melihat keefektifan pemakaian kaporit dan klorin dioksida dalam penggunaan organik

permanganat dari kedua sumber air tersebut, Taman Palem Mutiara dan Taman Palem Lestari, dapat dilihat pada Gambar berikut:



Gambar 5 Nilai Organik KMnO_4 yang tersisih pada sampel air Taman Palem Mutiara dan Taman Palem Lestari menggunakan kaporit



Gambar 6 Nilai Organik KMnO_4 yang tersisih pada sampel air Taman Palem Mutiara dan Taman Palem Lestari menggunakan klor tablet

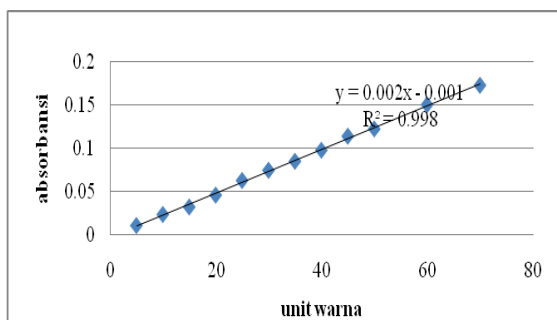
Pada Gambar 5 dan 6 dapat dilihat sampel dengan penambahan kaporit dan klorin dioksida yang menunjukkan bahwa nilai penurunan organik terbesar terlihat pada sampel Taman Palem Mutiara dibanding Taman Palem Lestari. Artinya bahwa organik pada kedua sampel memiliki susunan yang berbeda-beda. Organik dari Taman Palem Mutiara lebih mudah dioksidasi daripada sampel air yang dari Taman Palem Lestari.

Pengukuran warna (spektrofotometer UV-VIS)

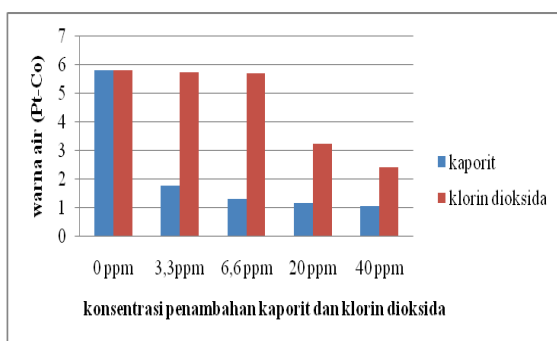
Warna dapat disebabkan berbagai substansi sehingga diperlukan standard dalam penetapannya. Para ahli menemukan bahwa warna air alam adalah kuning kecoklatan dimana larutan K_2PtCl_6 (kalium khloroplatinat) yang ditambah dengan CoCl_2 (kobalt klorida) akan menghasilkan warna yang serupa. Berdasarkan hal ini maka penetapan warna air dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer.

Kurva kalibrasi standar warna 5 Pt-Co sampai 70 Pt-Co dapat dilihat pada Gambar 7, dimana x menunjukkan konsentrasi unit warna dan y menunjukkan nilai

absorban. Dari kurva ini diperoleh kurva linier dengan nilai $R^2 = 0,998$ dan persamaan $y = 0,002x - 0,001$.

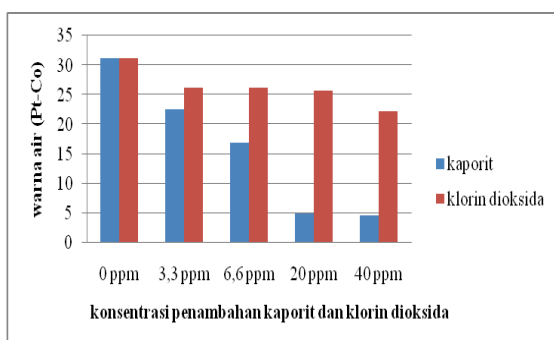


Gambar 7 Kurva kalibrasi standar Pt-Co



Gambar 8 Pengukuran warna ampel air Puri Indah menggunakan kaporit dan klorin dioksida

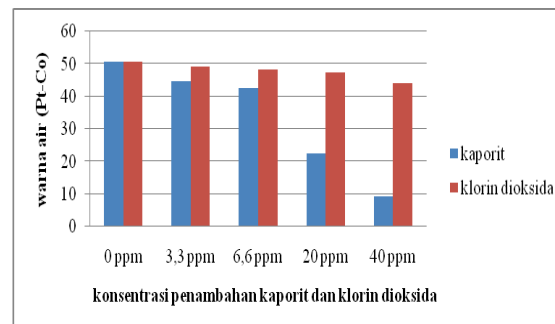
Pada sampel Puri Indah dengan penambahan kaporit dan klorin dioksida, dengan variasi konsentrasi 0 ppm didapat nilai sebesar 5,8 Pt-Co. Pada air sampel Puri Indah dengan penambahan kaporit penurunan warna yang didapat lebih tajam dibandingkan dengan klorin dioksida. Pada sampel air dengan penambahan kaporit 40 ppm, tingkat penurunan warna turun mencapai 81,84%, sedangkan pada sampel air dengan penambahan klorin dioksida 40 ppm didapat persentase yang lebih kecil, yaitu sebesar 58,54%.



Gambar 9 Pengukuran warna sampel air Taman Palem Mutiara menggunakan kaporit dan klorin dioksida

Semakin besar atau tinggi konsentrasi penambahan kaporit, maka semakin menurun juga tingkat warna pada sampel air Taman Palem Mutiara. Sedangkan pada penggunaan klorin dioksida, pada variasi

konsentrasi 20 ppm, tingkat penurunan warna terlihat hampir konstan yaitu sebesar 16,28%, sedangkan pada konsentrasi 40 ppm baru terlihat tingkat warnanya menurun sekitar 28,59%.



Gambar 10 Pengukuran warna sampel air Taman Palem Lestari menggunakan kaporit dan klorin dioksida

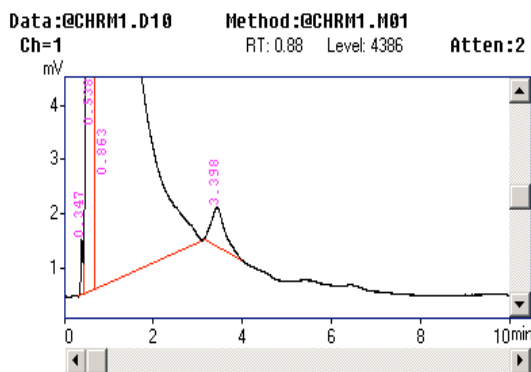
Hasil dari pengukuran warna pada sampel air Taman Palem Lestari dapat dilihat pada Gambar 10. Semakin besar konsentrasi penambahan kaporit yang ditambahkan pada air sampel, warna pada air sampel juga semakin berkurang. Jika dilihat pada pengukuran sampel air Taman Palem Lestari tanpa penambahan kaporit, maka nilai yang didapat pada konsentrasi 0 ppm adalah 50,78 Pt-Co. Pada sampel air Taman Palem Lestari yang ditambahkan kaporit dengan konsentrasi 40 ppm, penurunan warna air mencapai sebesar 81,97%. Pada sampel air yang ditambahkan klorin dioksida 40 ppm, warna air berkurang hanya 13,32%.

Taman Palem Lestari adalah sampel air sumur dalam yang tingkat warna paling tinggi dibandingkan dengan air sampel Puri Indah dan Taman Palem Mutiara. Pada konsentrasi 0 ppm tingkat kekeruhan warna berada pada 50,78 Pt-Co namun setelah ditambahkan dengan klorin dioksida pada konsentrasi 40 ppm tingkat kekeruhan warna turun menjadi 44 Pt-Co. sebaliknya pada sampel Taman Palem Lestari yang ditambahkan kaporit nilai unit warna dari nilai awal 50,78 Pt-Co turun menjadi 9 Pt-Co, sedangkan pada sampel yang dibubuhkan klorin dioksida tingkat warna dari nilai awal 50,78 Pt-Co menjadi 44 Pt-Co.

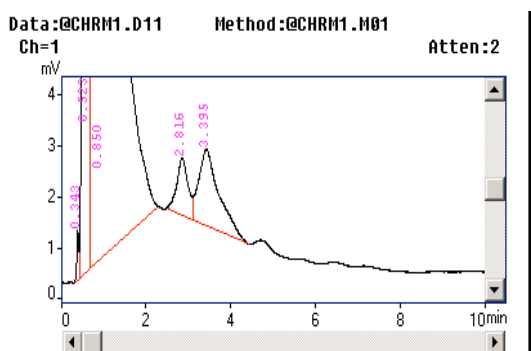
Penentuan Organoklorin

Pada sampel *deep well* dari tiga sumber yaitu, Puri Indah, Taman Palem Mutiara, dan Taman Palem Lestari, setelah penambahan kaporit dan klorin dioksida, diduga terbentuk klor organik. Residu klor organik dalam sampel air yang diekstrak dengan toluena, diinjeksikan ke alat GC. Hasil kromatogram dari sampel air.

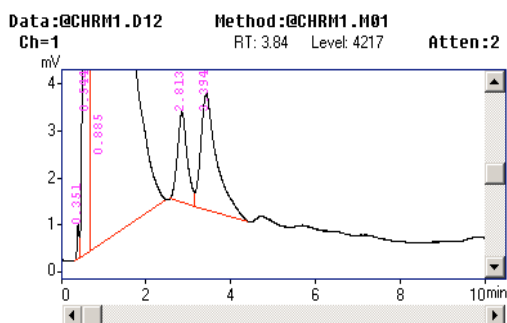
Pada Gambar 12, 13 dan 14 adalah sampel air sumur dalam Puri Indah, Taman Palem Mutiara, dan Taman Palem Lestari tanpa penambahan kaporit dan klorin dioksida, yang diekstrak dengan toluena.



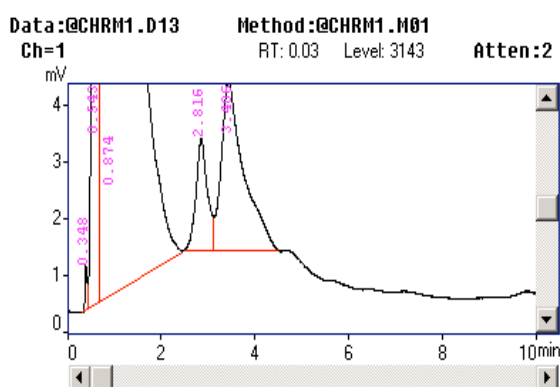
Gambar 11 Spektrum toluena, waktu retensi 3.398 menit



Gambar 12 Kromatogram sampel Puri Indah tanpa penambahan kaporit dan klor tablet



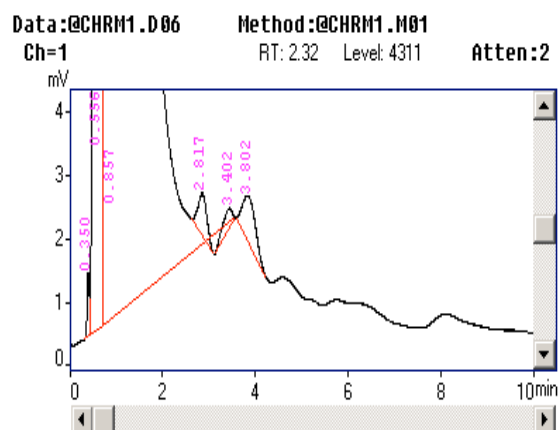
Gambar 13 Kromatogram sampel Taman Palem Mutiara tanpa penambahan kaporit dan klor tablet



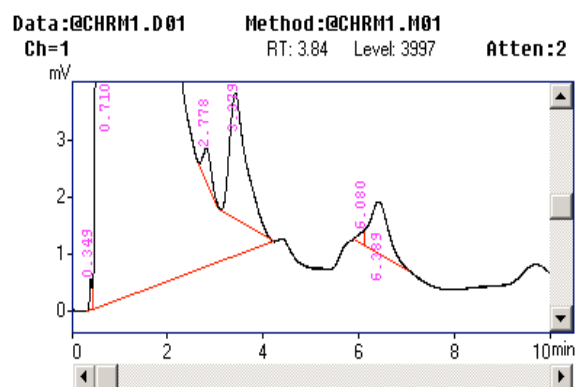
Gambar 14 Kromatogram sampel Taman Palem Lestari tanpa penambahan kaporit dan klor tablet

Dari Gambar 12-14 tersebut terlihat adanya 2 puncak dengan waktu retensi 2,813 dan 3,395 menit. Seperti terlihat pada Gambar 12, spektrum toluena menunjukkan waktu retensi 3,98 menit, sedangkan pada sampel Puri Indah, Taman Palem Mutiara, dan Taman Palem Lestari tanpa perlakuan menunjukkan puncak yang mendekati dengan puncak toluena yaitu 3,395; 3,394; 3,406 menit. Puncak ini diasumsikan sebagai puncak toluena. Puncak dengan waktu retensi 2,816; 2,813; dan 2,816 kemungkinan merupakan puncak dari senyawa organik yang mengandung atom yang mempunyai pasangan elektron bebas seperti oksigen.

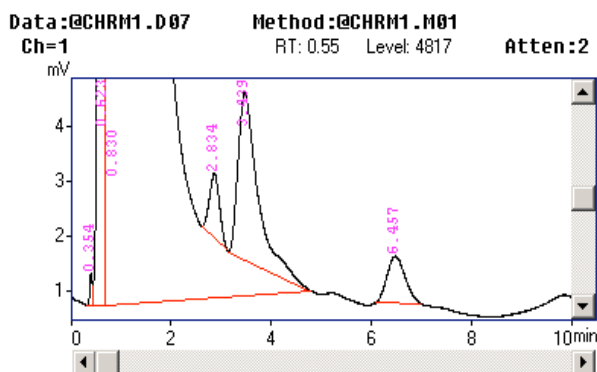
Gambar 15 menunjukkan spektrum dari sampel Puri Indah dengan penambahan kaporit yang diekstrak dengan toluena.



Gambar 15 Spektrum analisis sampel Puri Indah dengan penambahan kaporit 3,3 ppm



Gambar 16 Spektrum analisis sampel Taman Palem Mutiara dengan penambahan kaporit 3,3 ppm

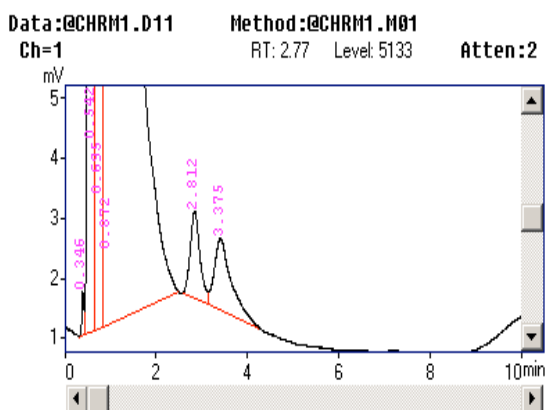


Gambar 17 Spektrum analisis sampel Taman Palem Lestari dengan penambahan kaporit 3,3 ppm

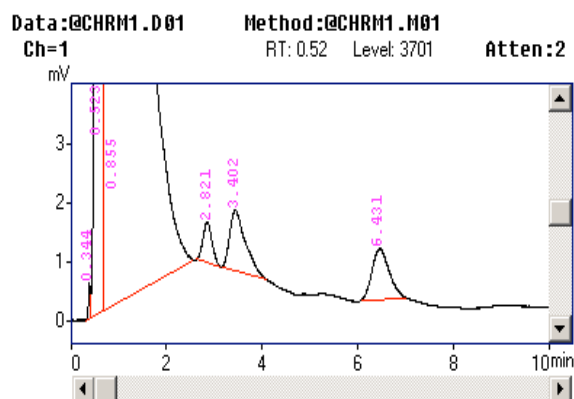
Sampel Puri Indah menunjukkan puncak-puncak dengan waktu retensi 2,817; 3,402; dan 3,802 menit. Gambar 16 sampel Taman Palem Mutiara yang ditambahkan kaporit 3,3 ppm menunjukkan puncak-puncak dengan waktu retensi 2,778; 3,379; 6,080; dan 6,389 menit. Gambar 17 sampel Taman Palem Lestari yang ditambahkan kaporit 3,3 ppm menunjukkan puncak-puncak dengan waktu retensi 2,834; 3,439; 6,457 menit.

Dari data tersebut, puncak dengan waktu retensi 3,402; 3,379; dan 3,439 menit diasumsikan sebagai puncak dari toluena. Sedangkan puncak-puncak dengan waktu retensi 2,817; 3,802; 2,778; 6,080; 6,389; 2,834; dan 6,457 menit, diduga sebagai senyawa baru.

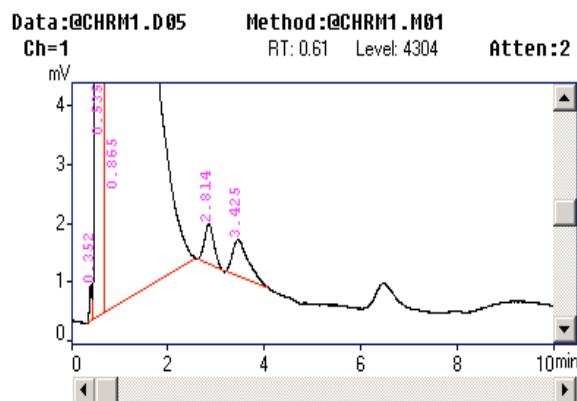
Sampel Puri Indah, Taman Palem Mutiara dan Taman Palem Lestari dengan penambahan klorin dioksida, yang kemudian diekstrak dengan toluena, juga diukur dengan *Chromatography Gas* (GC). Dapat dilihat pada Gambar 18, 19, dan 20.



Gambar 18 Spektrum analisis sampel Puri Indah dengan penambahan klorin dioksida 3,3 ppm



Gambar 19 Spektrum analisis sampel Taman Palem Mutiara dengan penambahan klorin dioksida 3,3 ppm



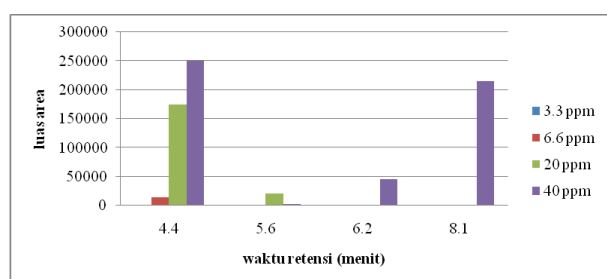
Gambar 20 Spektrum analisis sampel Taman Palem Lestari dengan penambahan klorin dioksida 3,3 ppm

Penambahan klorin dioksida pada sampel air, puncak yang terdeteksi tidak jauh berbeda dengan sampel air yang ditambahkan dengan kaporit, hanya saja semakin besar konsentrasi kaporit yang dimasukkan ke dalam sampel air, puncak yang terdeteksi semakin banyak. Pada penambahan klorin dioksida pada sampel Puri Indah, Taman Palem Mutiara dan Taman Palem Lestari menunjukkan spektrum pada waktu retensi 2,812; 3,375; 2,821; 3,402; 6,431; 2,814; dan 3,425 menit. Waktu retensi 3,375; 3,402; dan 3,425 menit diasumsikan dengan waktu retensi toluena (3,398 menit) hampir mendekati, sehingga diasumsikan waktu retensi tersebut merupakan waktu retensi toluena. Sedangkan pada waktu retensi 2,812; 2,821 senyawa organik asal (tanpa penambahan klorin dioksida) 6,431; dan 2,814 menit, diduga senyawa baru (senyawa organoklorida). Untuk mengetahui informasi adanya senyawa baru, maka perlu dilakukan analisis lebih lanjut dengan menggunakan alat Gas Kromatografi-Mass Spektrometer (GC-MS).

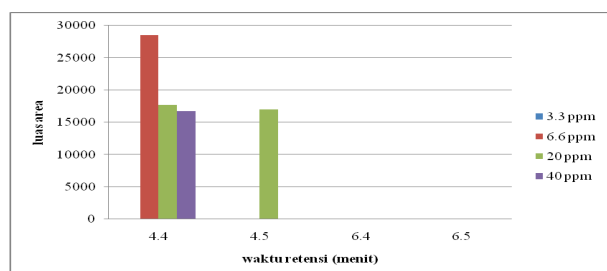
Pada air sampel yang telah ditambahkan kaporit dan klorin dioksida dengan menggunakan larutan toluena terlihat puncak baru. Adanya puncak baru yang muncul pada penggunaan larutan toluena karena toluena

memiliki sifat yang non-polar yang dapat mengekstrak senyawa-senyawa yang terdapat pada air sampel yang diuji. Semakin banyak penambahan kaporit dan klorin dioksida, maka semakin banyak juga puncak yang muncul, dimana hal ini dapat diartikan bahwa semakin besar atau semakin banyak konsentrasi penambahan kaporit dan klorin dioksida maka semakin banyak juga senyawa-senyawa organoklorin yang muncul pada spektrum.

Berikut adalah puncak dari senyawa-senyawa baru yang muncul dari masing-masing sumber air dengan penambahan baik kaporit maupun klorin dioksida.



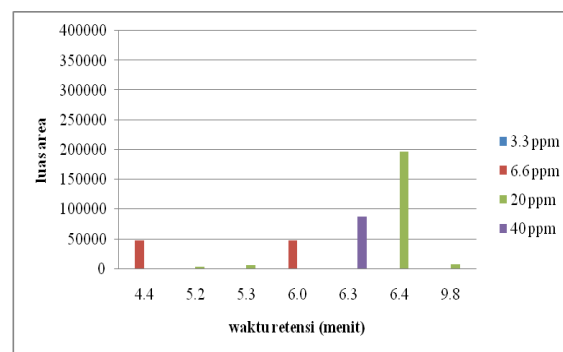
Gambar 21 Senyawa baru yang muncul dari sampel air Puri Indah dengan penambahan kaporit



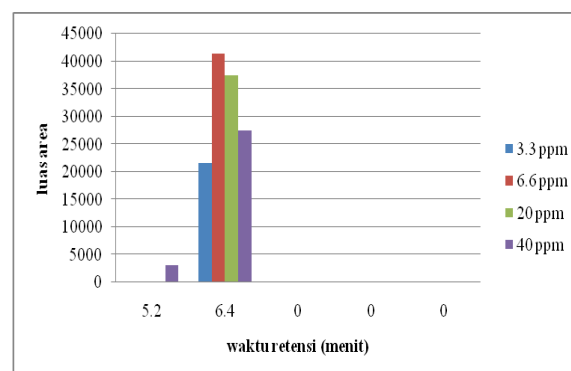
Gambar 22 Senyawa baru yang muncul dari sampel air Puri Indah dengan penambahan klorin dioksida

Senyawa-senyawa baru yang muncul dari sampel air Puri Indah dengan penambahan kaporit, dapat dilihat pada Gambar 21. dari hasil yang didapat ditemukan bahwa terdapat senyawa baru yang muncul pada variasi konsentrasi penambahan kaporit 6,6 ppm, 20 ppm, dan 40 ppm. Dapat dilihat juga bahwa semakin besar konsentrasi yang digunakan maka semakin banyak senyawa baru yang muncul. Sedangkan pada Gambar 22 menunjukkan adanya senyawa baru yang muncul pada sampel air Puri Indah dengan penambahan klorin dioksida. Pada sampel air yang menggunakan klorin dioksida senyawa-senyawa baru yang muncul tidak sebanyak pada sampel air dengan penambahan kaporit, dalam hal ini dapat dikatakan bahwa pada sampel air dengan menggunakan kaporit untuk menurunkan tingkat warna pada air, kaporit jauh lebih baik dibandingkan klorin dioksida, tetapi pada dosis berlebih dalam penggunaan kaporit. Penggunaan berlebih pada kaporit dapat membahayakan diri karena

pada dosis berlebih kaporit bersifat karsinogenik yang berdampak pada kesehatan. Banyak terlihat senyawa organoklorin, seperti terlihat munculnya spektrum pada analisis GC yang telah diukur.



Gambar 23 Senyawa baru yang muncul dari sampel air Taman Palem Mutiara dengan penambahan kaporit

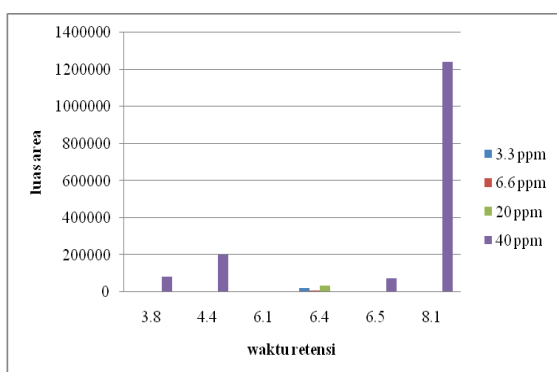


Gambar 24 Senyawa baru yang muncul dari sampel air Taman Palem Mutiara dengan penambahan klorin dioksida

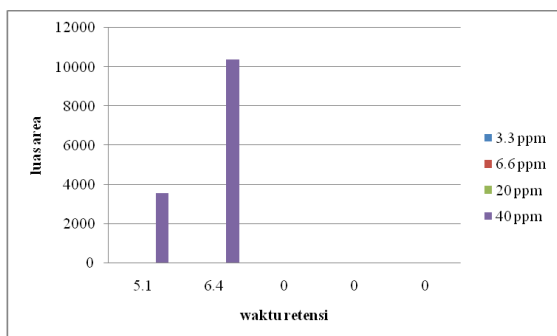
Pada Gambar 23 terlihat sampel air Taman Palem Mutiara senyawa baru yang muncul pada penambahan kaporit, pada konsentrasi 6,6 ppm, 20 ppm, dan 40 ppm. Dapat dilihat pada Gambar 24 bahwa pada konsentrasi 20 ppm, ada 4 senyawa baru yang muncul, namun yang terlihat jelas adalah pada waktu retensi 6,4 menit dengan luas area 196958. Sedangkan pada sampel dengan penambahan klorin dioksida hanya terdapat dua senyawa baru yang muncul yaitu senyawa dengan waktu retensi 5,2 menit pada konsentrasi 40 ppm dan pada waktu retensi 6,4 menit senyawa baru yang muncul terdapat pada masing-masing konsentrasi yaitu pada 3,3 ppm, 6,6 ppm, 20 ppm, dan 40 ppm. Hanya saja luas area yang paling luas terdapat pada konsentrasi 6,6 ppm yaitu sebesar 41358.

Pada sampel air Taman Palem Lestari dengan penambahan kaporit senyawa baru yang muncul terdapat pada variasi konsentrasi 3,3 ppm, 20 ppm, dan 40 ppm. Pada konsentrasi 3,3 ppm terdapat satu senyawa baru yang muncul pada waktu retensi 6,4

menit, pada waktu retensi yang sama yaitu pada konsentrasi 20 ppm, juga terdapat senyawa baru yang muncul hanya saja luas areanya yang berbeda. Pada konsentrasi tinggi yaitu 40 ppm, senyawa baru yang muncul ada 4, pada waktu retensi 3,8 menit, 4,4 menit, 6,5 menit, dan 8,1 menit. Dari keempat senyawa baru yang muncul, pada waktu retensi 8,1 menit didapatkan luas area yang paling Besar yaitu sebesar 124241. Pada sampel air Taman Palem Lestari dengan penambahan klorin dioksida, senyawa baru yang muncul hanya pada konsentrasi tinggi yaitu 40 ppm pada waktu retensi 5,1 menit dan 6,4 menit, hanya saja luas areanya yang berbeda, pada waktu retensi 5,1 menit didapat luas area sebesar 3574 sedangkan pada waktu retensi 6,4 menit sebesar 10397.



Gambar 25 Senyawa baru yang muncul dari sampel air Taman Palem Lestari dengan penambahan kaporit



Gambar 26 Senyawa baru yang muncul dari sampel air Taman Palem Lestari dengan penambahan klorin dioksida

Berdasarkan Gambar 21- 26, dalam proses desinfeksi dengan kaporit pada air yang mengandung senyawa organik terlarut atau *Dissolve Organic Matter* (DOM). DOM merupakan penyebab utama dari bau dan warna dari permukaan air, dan memungkinkan mikroorganisme untuk tumbuh di instalasi pengolahan air dan sistem distribusi. Selama proses klorinasi, klorin bereaksi dengan kehadiran DOM dalam air. Reaksi tersebut menghasilkan senyawa yang disebut *Disinfection By Product* (DBP) seperti *Trihalomethanes* (THM), *haloacetic acid* (Haas) dan *Haloacetonitriles* (Hans). Reaksi ini tercermin dalam persamaan berikut :

Klor + DOM → THMs + Haas + Hans + chloral hidrat + halopropanones + sianogen halida + chloropicrin. [1]

Sejumlah senyawa organik klorin, termasuk mutagen beberapa telah diidentifikasi dan diukur dalam ekstrak dietil-eter yang diklorinasi dengan larutan asam humat [2]. Namun jumlah total senyawa mutagenesi tersebut hanya sekitar 7% dari mutagenesis asli [3]. Senyawa-senyawa asam humus dengan klorin yang terbentuk adalah sebagai berikut :

Tabel 2 Reaksi pembentukan asam humus dengan klorin

Senyawa yang terbentuk antara asam humus dan klorin

Dichloroacetonitrile
1,1-Dichloropropanone
1,3-Dichloropropanone
1,1,1-Trichloropropanone
1,1,3-Trichloropropanone
Pentachloropropanone
1,1,3,3-Tetrachloropropanone
3,3-Dichloropropenal
2,3,3-Trichloropropenal

Berbagai macam produk yang dihasilkan halogenasi dari klorinasi asam humat telah diidentifikasi sebelumnya menggunakan ekstraksi cair-cair, tertutup loop-stripping, atau teknik distilasi uap dalam hubungannya dengan kromatografi gas – spektrometri massa (GC-MS) analisis. Senyawa diidentifikasi meliputi aldehida halogenasi, asam, keton, nitril, alkena, dan senyawa aromatic [3].

Klorin dioksida (ClO_2) adalah desinfektan dengan kapasitas biosidal lebih kuat daripada kaporit dan klorin, karenan memiliki pengaruh yang besar dalam mengontrol rasa dan bau pada air, serta menghancurkan zat-zat organik. Klorin dioksida bereaksi dengan senyawa fenolik, zat humat, zat organik dan ion logam di dalam air. Kemungkinan juga dapat menghilangkan produksi THM [4].

Dari Tabel 3 terlihat bahwa semakin besar dosis ClO_2 , maka semakin sedikit terbentuk senyawa halogenennya. Sebagai contoh adalah perbandingan antara oksidan dengan C rasio mol/mol. Untuk Cl_2 1/3 dengan dosis 3,8 mg/l menghasilkan halogen organik sebesar 198 $\mu\text{g/l}$ dan CHCl_3 sebesar 39 $\mu\text{g/l}$. Sedangkan pada ClO_2 1/3 pada dosis 3,7 mg/l menghasilkan halogen organik sebesar 52,5 $\mu\text{g/l}$ dan CHCl_3 sebesar 0,6 $\mu\text{g/l}$ [5]. Halogen Organik ini hampir sama dengan penelitian yang dilakukan

Tabel 3 Reaksi asam humat dengan klorin dan klorin dioksida

Oksidasi/C rasio Mol/mol	Dosis Cl ₂ /ClO ₂ Mg/l	Waktu Reaksi jam	CHCl ₃ , µg/l	Halogen Organik µg/l
Cl ₂ /C				
1/3	3.8	1	39	198
5/3	19.4	1	32	278
ClO ₂ /C				
1/15	0.75	1	0.4	23
1/3	3.7	2	0.6	52.5

4. Kesimpulan

Sisa klor yang didapat pada sampel air tidak memenuhi standar baku mutu karena melebihi standar yang mengacu pada KepMenKes RI No. 907/MENKES/SK/VII/2002 standar baku mutu untuk klorin bebas pada air adalah sebesar 0,2 mg/L Cl₂.

Analisis nilai kandungan zat organik yang didapat dari hasil penelitian yaitu bahwa penambahan kaporit lebih cepat menurunkan kadar organik dibandingkan klorin dioksida.

Hasil pengukuran warna pada sampel yang menggunakan kaporit terlihat lebih tajam penurunan tingkat warnanya dibandingkan sampel yang menggunakan klorin dioksida. Pada sampel air Puri Indah dengan penambahan 40 ppm kaporit, tingkat warna turun mencapai 81,84%, sedangkan pada penggunaan klorin dioksida tingkat warna yang turun hanya mencapai 58,54%. Pada sampel air Taman Palem Mutiara dengan penambahan 40 ppm kaporit, tingkat warna turun mencapai 28,59%, sedangkan pada penggunaan klorin dioksida tingkat warna yang turun hanya mencapai 16,28%. Pada sampel air Taman Palem Lestari dengan penambahan 40 ppm kaporit, tingkat warna turun mencapai 81,97%, sedangkan pada

penggunaan klorin dioksida tingkat warna yang turun hanya mencapai 13,32%.

Pengukuran kaporit dan klorin dioksida menggunakan Gas Kromatografi (GC), bahwa semakin banyak konsentrasi penambahan kaporit dan klorin dioksida, maka semakin banyak juga senyawa-senyawa organoklorin yang muncul. Namun penggunaan klorin dioksida lebih baik dibandingkan penggunaan kaporit, karena pada penggunaan kaporit senyawa-senyawa baru yang muncul lebih banyak dibanding pada penggunaan klorin dioksida. Hal ini dapat dilihat dari banyaknya jumlah spektrum yang terlihat pada hasil pengamatan.

Daftar Acuan

- [1] Yee, Lim.F., Abdullah, Md.P., Ata, Sadia., Ishak, Basar. 2006. *Dissolved Organic and its Impact on the Chlorine Demand of Treated Water*. School of Chemical Sciences and Food Technology. Universitas Kebangsaan. Malaysia.
- [2] Stevens, A.A.1982. *Reaction Product of Chlorine Dioxide*. *Environmental Health Perspective* VOL.69, pp 101-110.
- [3] Meier, J.R., Ringhand, H.P., Coleman, W.Emile., Schenck, K.M., Munch, Jean.W., Streicher, Robert.P., Kaylor, W.H., Kopfler, F.C. 1986. *Mutagenic By-Product from Chlorination of Humic Acid*. *Environmental Health Perspective Vol 69, pp 101-107*
- [4] Itoh, Sadahiko. 2009 *Contribution of Chlorination By-Product to Estrogenic Effect in Drinking Water*. Kyoto University. Japan
- [5] Uyguner, Ceyda.S., Hellriegel, Christine., Otto, William., Larive, C.K. 2004. *Characterization of Humic Acid Substance : Implication for Trihalomethane Formation*. *Anal Bioanal Chem* 378 : 1579-1586.